



Study on Algorithms for Image Super-resolution based on Filtering and Learning Methods

著者	Muhammad Haris
発行年	2017
その他のタイトル	フィルタリングおよび学習に基づく画像超解像アルゴリズムに関する研究
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2016
報告番号	12102甲第8091号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00148183

氏 名	Muhammad Haris				
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)				
学 位 記 番 号	博 甲 第 8091 号				
学位授与年月日	平成 29 年 3 月 24 日				
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当				
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科				
学位論文題目	Study on Algorithms for Image Super-resolution based on				
	Filtering and Learning Methods (フィルタリングおよび学習に基づく画像超解像アルゴリズムに関する研究)				
主 査	筑波大学	准教授	博士 (工学)	延原	肇
副 査	筑波大学	教授	工学博士	丸山	勉
副 査	筑波大学	准教授	博士 (工学)	北原	格
副 査	筑波大学	助教	博士 (工学)	澁谷	長史
副 査	筑波大学	教授	博士 (工学)	遠藤	靖典

論 文 の 要 旨

本論文は、画像を高解像度化する超解像アルゴリズムに関するものである。画像処理における各種応用技術、例えば、画像認識および三次元画像再構成の精度の向上のための前処理技術として、また、過去に生成された画像情報とそれらを閲覧するデバイスの進化の橋梁として、本論文では、フィルタリングおよび学習に基づく画像超解像アルゴリズムに着目している。それぞれの超解像方式の長短所を詳細に検討した上で、各目的にあわせた最適な超解像アルゴリズムの構築を試みている。

本論文は 6 章より構成されている。1 章では研究の背景、研究の目的について述べている。2 章では、画像超解像の関連研究として、フィルタリング型超解像と学習型超解像における各種研究を紹介し、さらに本論文位置づけについて述べている。3 章では、フィルタリング型超解像として、最も性能が良い FCBI (Fast Curvature Based Interpolation) 法に着目し、これを改良したアルゴリズムを提案している。標準画像データベースより選定した画像群を対象に、従来の様々なフィルタリング型超解像との比較を行い、代表的な画像品質評価指標 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) および SSIM (Structural SIMilarity) などの観点において、提案手法が有効であることを示している。さらに計算時間の観点でも比較を行い、他の代表的なフィルタリング手法と比較し、短い計算時間で処理可能であることも示している。4 章では、応用対象として、農業における圃場の観測を設定し、ほぼ同じ領域を定期的に観測するというシーンにおいて、事前に類似画像を獲得できるという状況に適した辞書型超解像に着目している。この中でも、辞書用メモリ容量が少なく、かつ高品質な超解像が実現できるスパース符号化に基づく超解像に着目している。これを、多方向のエッジに対応できるように、エッジ方向のクラスタリングに基づいた複数辞書を持つ形式に拡張し、高品質なスパース符号化によ

る超解像を提案している。標準画像データベースより選定した画像群を対象に、従来の様々なスパース符号化、さらに代表的なフィルタリング型超解像との比較を行い、PSNR や SSIM、計算時間の観点で比較を行い、提案手法の有効性を示している。また、提案手法を三次元再構成の前処理として適用した場合の、三次元再構成の精度についても比較し、従来の超解像アルゴリズムに比べて、提案手法による前処理を行った方が、高精細な三次元画像が再構成できることを明らかにしている。5 章では、学習型超解像に着目し、その中でも深層型ニューラルネットワークに基づく超解像に着目している。従来のネットワーク構造を改良し、深層型ニューラルネットにおいて頻発する不安定な学習問題を改善するとともに、高品質な超解像を実現する手法を提案している。標準画像データベースより選定した画像群を対象に、従来の代表的なフィルタリング型超解像、スパース符号化に基づく超解像、さらに従来の深層学習に基づく超解像との比較を行い、提案手法が計算時間および画像品質の観点から、良好な結果を実現できることを示している。最終章では本論文の結論、今後の課題について述べている。

審 査 の 要 旨

【批評】

本論文では、画像閲覧環境と獲得環境の橋梁として、また各種画像処理応用技術の前処理技術としての超解像技術に着目し、(1) フィルタリング型超解像、(2) 辞書型超解像、(3) 学習型超解像、という様々な領域のそれぞれにおいて、最適な超解像技術を提案し、その有効性を示している。さらに、実応用として農業分野における表現形解析の基礎技術として、無人航空機から撮影した画像群への適用を行い、高精細な三次元画像を再構成できることも示している。以上の成果を、それぞれ主観評価実験および各種評価指標に基づく定量的比較を通して、有効性を示している。三次元画像の再構成に関する厳密な解析は今後の課題だが、本論文で得られた知見は画像処理全般に非常に大きなインパクトを与えるとともに、有用な学術資料ともなり、博士論文に値するものと考えられる。

【最終試験の結果】

平成 29 年 1 月 31 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。